

HEAT TREATMENT OF BUSHING USED FOR TRACK OF TRACKLESS VEHICLE

C

Publication number: JP2070022

Publication date: 1990-03-08

Inventor: SAWARA TAKAHIKO; KUSANO NAOHIKO; KANEKO MASAYOSHI; NAKAJIMA MASAHIRO; SATO TOSHIHIKO

Applicant: TOPY IND

Classification:

- International: B62D55/21; C21D1/10; C21D9/14; C21D9/40; B62D55/20; C21D1/09; C21D9/08; C21D9/40; (IPC1-7): B62D55/21; C21D9/40

- European: C21D1/10; C21D9/14

Application number: JP19880222031 19880905

Priority number(s): JP19880222031 19880905

Also published as:

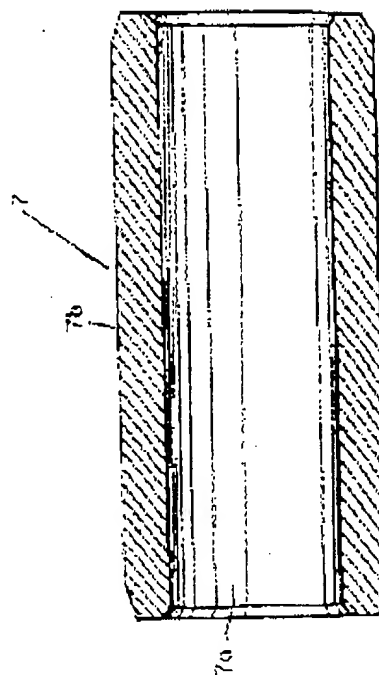
US5049207 (A1)

Report a data error here

Abstract of JP2070022

PURPOSE: To improve the wear resistance, strength, toughness, etc., of the bushing of parts for tracks to be used for trackless vehicles, etc., by inductively heating the bushing at a specific temp. from the outside surface to harden the bushing, then tempering the bushing from the inner peripheral surface toward the outside surface at the time of heat-treating its bushing.

CONSTITUTION: The bushing 7 is heated and hardened by high-frequency induction heating from the outer peripheral surface 7b of the bushing in such a manner that the temp. of the inner peripheral surface 7a of the bushing 7 attains the temp. T deg.C expressed by $Ac3 \leq T \leq Ac3 + 50$ deg.C in order to improve the wear resistance, fatigue strength and toughness of the bushing 7 as the constituting parts of the tracks to be used for the trackless vehicles such as bulldozers. The tempering is executed by putting the hardened bushing 7 into a heating furnace and heating the bushing to 150 to 250 deg.C or tempering the bushing 7 from the inner peripheral surface 7a thereof at the temp. lower on the outer peripheral surface 7b than on the inner peripheral surface 7a by utilizing the high-frequency induction heating and by utilizing the transfer heat thereof. The bushing having excellent hardness and wear resistance on both the inner and outer peripheral surfaces 7a and 7b and having the high strength and high toughness is obtd.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A)

平2-70022

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月8日

C 21 D 9/40
B 62 D 55/21A 8015-4K
Z 6573-3D

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全9頁)

⑭ 発明の名称 無限軌道車輛用の履帯に使用されるブッシュの熱処理方法

⑮ 特 願 昭63-222031

⑯ 出 願 昭63(1988)9月5日

⑰ 発 明 者 佐 原 崇 彦 東京都千代田区四番町5番地9 トビー工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 草 野 尚 彦 東京都千代田区四番町5番地9 トビー工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 金 子 正 好 東京都千代田区四番町5番地9 トビー工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 中 島 正 弘 東京都千代田区四番町5番地9 トビー工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 佐 藤 俊 彦 東京都千代田区四番町5番地9 トビー工業株式会社内
 ⑰ 出 願 人 トビー工業株式会社 東京都千代田区四番町5番地9
 ⑰ 代 理 人 弁理士 吉村 公一

明 細 書

1. 発明の名称

無限軌道車輛用の履帯に使用される
ブッシュの熱処理方法

2. 特許請求の範囲

(1) 中炭素低合金鋼を素材とする履帯用のブッシュに対し高周波熱処理を施す場合において、その内周面が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3. + 50.^\circ$ の温度範囲内に達するまで外周表面より高周波誘導加熱ならびに冷却を施してブッシュの肉厚全体を焼入れし、その後焼戻すようにしたことを特徴とする無限軌道車輛用の履帯に使用されるブッシュの熱処理方法。

(2) 上記一連の熱処理工程中における焼戻しに際し、加熱炉内において $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の温度範囲内にて焼戻しの熱処理をおこなうようにした請求項(1)に記載のブッシュの熱処理方法。

(3) 上記一連の熱処理工程中における焼戻しに際

し、高周波誘導加熱により内周面から加熱して内周面を焼戻しするようにした請求項(1)に記載のブッシュの熱処理方法。

(4) 上記一連の熱処理工程中における焼戻しに際し、内周側を焼戻す際の伝導熱を利用してブッシュの外周側を内周側より低い温度にて焼戻しするようにした請求項(1)に記載のブッシュの熱処理方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明はたとえばブルドーザーやパワーショベルの如き無限軌道車輛などに用いられる履帯の構成部品であるブッシュに関し、とくにブッシュの耐摩耗性、強度、および靱性ならびに疲労強度を向上させるための効率的な熱処理方法に関する。

(従来技術)

無限軌道車輛などに用いられるところの従来から知られている履帯は第6図に例示したような構成より成り立っている。

すなわち、無限軌道車輛側に有する多数の図示

しない転輪に接する左右一対のリンク5、6と、該リンクをその長さ方向に連結させるためのピン9、および該ピン9の外周面に被嵌されるブッシュ7、そして該ブッシュ7の両端部と前記リンク5、6との間に介在されるダストシール8と、前記したリンク5、6の転輪と接する面と反対側の面にボルト3およびナット4により締付け固定されるシュー2とをもって1つのブロックを形成し、さらに該ブロックを相互に無端状に連結させることにより履帯1が構成されている。

そして上記した各結合部品のうち、とくにブッシュ7は第7図に拡大して示されているように、ピン9を挿通するための中空円筒状をなし、しかもその外周面7bを無限軌道車輛の駆動用のスプロケット（図示省略）に噛み合わせつつ走行するものであるために、その内周面7aとともに耐摩耗性を要求されるばかりでなく、ブッシュ7に加わる負荷に十分に耐えるだけの強度、靱性ならびに疲労強度が要求される。

そこで上記した要求品質に対応させるべく従来

は履帯用ブッシュに対してつぎのような各種の熱処理法を施していた。

すなわち第1番目の熱処理法の例としては、肌焼鋼（Steel for case hardening）（例：ISO、683-11、18CrMo4）を素材とし、これに浸炭焼入（Carburizing and Hardening）を施した後に焼戻す（Tempering）方法（日本特許：特公昭52（1977）-34806号として公開されている）があり、

また第2番目の熱処理法の例としては、中炭素低合金鋼（Middle Carbon low alloy steel）（例：ISO：683-1、34CrMo4 or 34Cr or 41Cr4）を素材とし、これを調質して肉厚の中心部に柔らかい延性部（Sorbite組織）をつくり、その後外周および内周の両側に対して高周波焼入を施し、さらにその後焼戻す方法（日本特許：特開昭59（1984）-77979号公報の従来技術の説明の項参照）などがある。（発明の解決すべき課題）

しかし前記した第1番目の方法による場合には

3

理に多くの時間を要するためにコスト高となり実際的でなく、また第2番目の方法による場合には中炭素低合金鋼を加熱炉内においてAc3点以上の温度に加熱し、油焼入れ（浸油・又はスプレーによる冷却（oil cooling）による焼入れ）してマルテンサイト組織にかえた後、600℃前後の温度で焼戻し作業をおこなうことにより調質をおこなうために処理時間が長くなり、また処理工程が多くなるなど作業能率上において好ましくないという難点がある。

そこで最近では素材の調質を必要としない履帯ブッシュの高周波誘導加熱焼入れ方法が本出願人らにより提唱されている。（日本公開特許59（1984）-77979号公報）。

すなわちこの方法は、円筒状をしたブッシュ素材を、その中心軸を支点として周方向に回転させつつ高周波誘導加熱コイルによってその外周表面から内周方向にかけて高周波焼入れを施すことにより、その内周表面の有効硬さを（HRC40）以下に維持するとともに、外周表面から内周側有

4

効硬化層の一部に至るまでの範囲を有効硬さ以上の硬度にする第1の工程と、同様にブッシュ素材を回転させ、かつ外周表面を水冷しつつその内周側に高周波誘導加熱による焼入れをほどこすことにより、ブッシュの外側領域に外周有効硬化層を、また内周側領域に内周有効硬化層を、それぞれ形成するとともに、該両有効硬化層間に有効硬さ以下の硬度を有する焼戻し層を形成する第2の工程と、前記工程終了後にブッシュ素材を低温焼戻しする第3の工程とからなるものであり、現在のところかかる方法が最も実際的とされている。

（課題を解決するための手段）

本発明の第1の目的は、高周波誘導加熱によるブッシュの熱処理工程において、さらに工程数の削減をはかることにより生産性の向上とコストの低減化をはかることにある。

本発明の第2の目的はブッシュの耐摩耗性及び疲労強度、ならびに靱性を劣化させない熱処理法を提供することにある。

しかるに本発明法にあっては上記の目的を達成す

5

6

るために、中炭素低合金鋼を素材とする履帯用のブッシュに対し高周波熱処理を施す場合において、その内周面が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3 + 50$ (T: 内周表面の加熱温度) の温度範囲内に達するまで外周表面に対し高周波誘導加熱を施し、その後直ちに外周表面に対し冷却を施してブッシュの肉厚全体を焼入れし、その後焼戻すようにしたことを特徴とするものである。

また本発明は上記の一連の熱処理工程における焼戻しに際して、焼入れによる実用上の有効硬さを損なうことがないように加熱炉内において $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の温度範囲内にて焼戻しの熱処理をおこなうことを含むものである。

さらに本発明は一連の熱処理工程中における高周波誘導加熱による焼戻しに際して、ブッシュの内周表面を $200^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ 程度に加熱し、外周側は内周側を焼戻す際の伝導熱を利用してブッシュの内周表面より低い温度 (約 170°C) で焼戻しすることによりブッシュの内周表面の硬さを $HRC 50 \sim 60$ 、外周表面を略焼入のままの硬

さに保持させることを含むものである。

(実施例)

以下において本発明の具体的な内容を無限軌道車輛用履帯に用いられるところの耐摩耗性、および靱性、疲労強度において優れたブッシュを得るための熱処理法に関する望ましい実施例をもとにして説明する。

すなわち本発明に使用される履帯用のブッシュは中炭素低合金鋼を素材とし、筒状に機械加工して供試材を得る。

この供試材には中炭素低合金鋼として第1表に示す中炭素クロム・ボロン鋼を用いた。

第1表：供試材の含有成分 (%)

C	Si	Mn	P	S
0.42	0.25	0.79	0.012	0.017

Cu	Cr	Al	Ti	B
0.01	1.10	0.034	0.024	0.0021

しかるに本願の発明は、上記のブッシュに対し、その内周面が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3 + 50$ (内

周表面の加熱温度を示す) の温度範囲内に達するまで上記ブッシュの外周表面に対し、高周波誘導加熱ならびに冷却を施してしてブッシュの肉厚全体を焼入れする第1工程と、

第1工程を経たブッシュに焼戻しを施す第2工程とからなるものである。

第1工程は履帯用のブッシュの供試材に対しその筒状体の外周表面から、高周波誘導加熱ならびに冷却を施してブッシュの肉厚全体を焼入れする。

上記焼入れに際しての加熱条件については、周波数 2.5KH の高周波誘導電流を用い、しかもブッシュの内周面が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3 + 50$ (内周表面の加熱温度) の温度範囲内となるように高周波条件を調整する。この場合において、 $A_c 3$ 点未満だと肉厚全体が焼入れされず、また $A_c 3 + 50$ をこえると内周表面付近の旧オーステナイト結晶粒が粗大化し、好ましくない。

上記した条件下における加熱・冷却による焼入れの結果第2表に示したように、ブッシュの内周表面付近の旧オーステナイト結晶粒が一層微細化

される。

第2表 (本発明品であるブッシュの旧オーステナイト結晶粒度番号)

測定位置 T.P.No	外周表面付近	内周表面付近
No. 1	6. 0	9. 4
No. 2	6. 4	9. 4

(注) 旧オーステナイト結晶粒度測定はISO: 643による。

第2工程は、

第1工程により焼入れされたブッシュの供試材に対して焼戻しを施す。

この場合の焼戻しの方法は、加熱炉内において $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の温度範囲内にておこなう炉中焼戻しの方法と、ブッシュの内周表面からの高周波誘導加熱を利用する方法とがさしあたり考えられるが、そのいずれの方法によっても実現が可能である。

実際の試験では炉内において 200°C に焼戻しする炉中焼戻しの方法を用いた。
炉中焼戻しにおける $150^\circ\text{C} \sim 250^\circ\text{C}$ の範囲は

焼入れによる実用上の有効硬さをそこなわずに焼戻しできる最も有効な範囲である。

そして上記第1～2の各工程を経て得られたブッシュの供試材について、その厚み方向の硬さ分布状況を測定し、その結果を第1図に示した。第1図における縦軸はロックウェル硬さを意味し、その単位をHRCであらわした。また同図における横軸は左側半分がブッシュの内周表面からの距離(A/mm)を、また右側半分がブッシュの外周表面からの距離(B/mm)をあらわす。

発明者らの実験結果によれば第1図に示したようにブッシュの外周表面、芯部、内周表面共に略均等な硬さが得られた。

ロックウェル硬さでHRC50からそれを少し上回る範囲迄の硬さは、ブッシュの内周表面、および外周表面に対して十分な耐摩耗性を与えることを可能とする硬さである。

また上記の焼戻し方法に関連してブッシュの内周側からの高周波誘導加熱による焼戻しを適用する場合においては、この内周側からの高周波誘導

加熱による伝導熱を利用して外周側を経済的に焼戻すことも可能である。

すなわちこの場合にはブッシュの内周側を200℃～250℃程度に加熱するとともに、外周側を上記内周側の焼戻し温度よりも低い温度(約170℃)で焼戻すことにより、内周表面がHRC50～60程度であり、しかも外周表面の硬さを略焼入直後の硬度のままに維持できる利点がある。

第2図は前記した第1表の含有成分からなる中炭素クロム・ボロン鋼の供試材をもとにしたブッシュ素材に対し、本発明方法による焼入れ処理(焼戻しは炉中焼戻しによる)を施した本発明品であるブッシュと、従来品であるブッシュとを用意し、これらについての疲労特性の比較試験(縦軸:最大載荷荷重、横軸:亀裂発生繰返数)をおこなった結果をグラフ化したものである。

第2図によって明らかなように、本発明品(a)のブッシュの疲労特性が、従来の調質後高周波焼入・炉中焼戻し品(b)、および調質なしの高周波焼入・炉中焼戻し品(c)と比較して何ら劣

11

るところがなく、疲労特性に関して略同等の品質であることが理解できる。

さらに第3図は前記した第2図の場合と同様の本発明品(a)と従来品の供試材について圧壊試験をおこなった結果をグラフ化したものである(縦軸:圧壊荷重、横軸:供試材)。

第3図によって明らかなように、本発明品(a)の圧壊特性が、調質後高周波焼入・焼戻し品(b)、および調質なし高周波焼入・焼戻し品(c)、および油浸焼入・焼戻し品(d)の各従来品に比べて少なくとも同等以上の品質であることが理解できよう。

さらに第4図は上記第3図の各供試材について実際の無限軌道車輛、たとえばパワーショベルの重量に略匹敵した高荷重域の亀裂発生繰返数(縦軸:最大載荷荷重18.7tonに対する亀裂発生繰返数)と、ブッシュの内周表面付近の旧オーステナイト結晶粒度(横軸:旧オーステナイト結晶粒度)との関係についてあらわしている。

第4図からは結晶粒が微細であると、高荷重域

12

の亀裂発生繰返し数が多くなる(亀裂が発生しにくくなる)ことが理解できよう。

また第4図は、従来品である調質後高周波焼入・炉中焼戻し品(b)の旧オーステナイト結晶粒度が7.2、また調質なし高周波焼入・炉中焼戻し品(c)の旧オーステナイト結晶粒度がほぼ7.0であるのに比較して本発明品(a)の旧オーステナイト結晶粒度が9.0以上と結晶粒度番号が大きいこと、すなわち結晶粒が微細化されている結果、耐亀裂発生に対してはより優れていることを示している。

さらに供試材に対する外周表面のみからの加熱および冷却による焼入れ処理と、焼戻し工程を経たものについては内周表面に圧縮の残留応力を生ずるのがみられる。

第5図は前記したのと同じの化学成分をもつ中炭素低合金鋼(同一炉中焼戻し)を用いた本発明品の残留応力分布状況をグラフ化して比較したものである(縦軸:残留応力、横軸: σ_z 内周表面からの距離)。

13

14

この第5図により本発明品の内周表面付近の残留応力が圧縮になっていることが容易に理解できよう。

上記第2工程により焼戻された供試材に対してはその外周表面のみに仕上研磨加工を施して最終製品が得られる。

得られた製品は多数の転輪に接する左右一對のリンクを多数組その長さ方向に相互に連結させるためにピンとともに組み込まれて使用される。
(発明の効果)

しかるに本発明は、中炭素低合金鋼を素材とする履帯用のブッシュに対し高周波熱処理を施す場合において、その内周表面が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3 + 50^\circ$ (T : 内周表面の加熱温度) の温度範囲内に達するまで外周表面に対し、高周波誘導加熱ならびに冷却を施してブッシュの肉厚全体を焼入れし、その後焼戻すようにしたものであるために、

第1に、高周波焼入れ前の面倒な調質工程や高周波焼入れ時のブッシュ内周側の高周波焼入れ工程を不要とし、熱処理工程数の削減をはかることができ

る。

第2に、焼入れによって全肉厚がHRC50～62程度に硬化されており、内周表面、外周表面の良好な耐摩耗性を維持することができる。

第3に、全肉厚硬化にもかかわらず、外周表面のみからの高周波誘導加熱であるために、内周表面温度が $A_c 3 \leq T \leq A_c 3 + 50^\circ$ (T : 内周表面の加熱温度) の範囲内にコントロールされるので、内周表面付近の旧オーステナイト結晶粒の粗大化を抑制して微細化され、疲労強度、靱性を従来品に比べて遜色のない程度か、あるいはそれ以上に向上させることができる。

第4に、外周表面のみからの加熱および冷却による焼入れと、その後の焼戻しとの組合わせにより内周表面に圧縮残留応力を生成することができ、その結果疲労強度を向上させることができる。

さらに本発明は上記一連の熱処理工程中における焼戻しに際し、加熱炉内において150℃～250℃の温度範囲内にて焼戻しをおこなうことにより焼入れによる実用上の有効硬さを損なうこと

15

を防止できる。

また本発明は一連の熱処理工程中における高周波誘導加熱による焼戻しに際して、ブッシュの内周表面を200℃～250℃程度に加熱し、外周表面は内周面を焼戻す際の伝導熱を利用してブッシュの内周表面より低い温度に焼戻しすることにより焼戻し時の省エネルギー化をはかるとともに、ブッシュの内周表面硬さをHRC50～60、外周表面を略焼入れのままの硬さに保持させることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明により製造されたブッシュの断面硬さ(ロックウェル硬さ)をブッシュの内・外両表面からの距離毎に表したグラフ、

第2図は本発明により得られたブッシュと、従来品ブッシュとの荷重如何による亀裂発生繰返し数を比較したグラフ、

第3図は本発明により得られたブッシュと、従来品ブッシュとの圧壊荷重比較試験の結果をあらわしたグラフ、

16

第4図は、本発明により得られたブッシュと、従来品ブッシュとの、旧オーステナイト結晶粒度番号と荷重18.7ton(高荷重域)における亀裂発生繰返し数を比較したグラフ、

第5図は本発明により得られたブッシュの残留応力の分布状況をあらわしたグラフ、

第6図は一般的に知られる無限軌道車輦用の履帯とその要部分解斜視図、

第7図は第6図に示されたブッシュの拡大された縦断面図である。

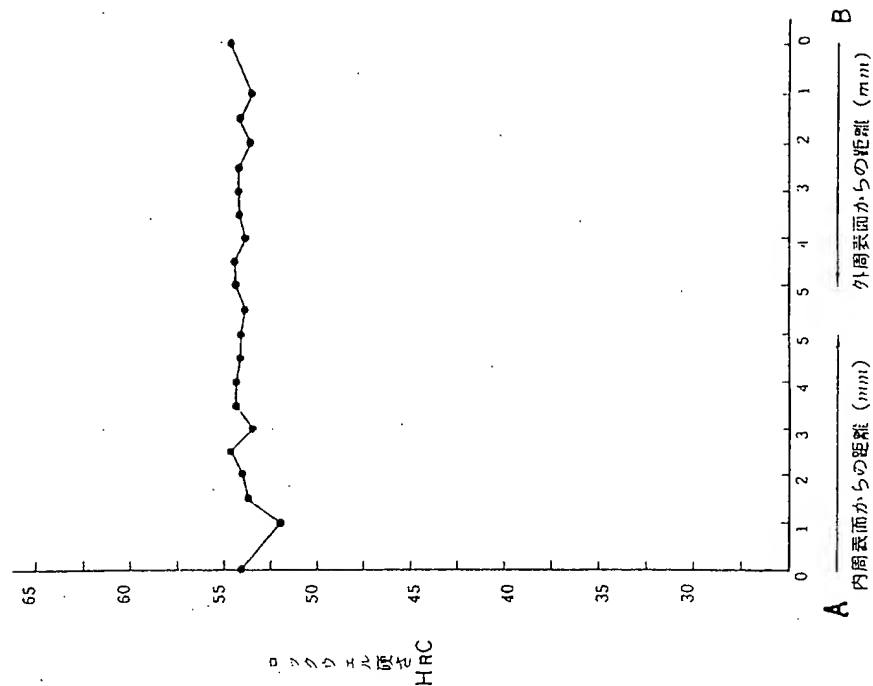
7 …… ブッシュ

特許出願人 トビー工業株式会社
代理人 弁理士 吉村公一

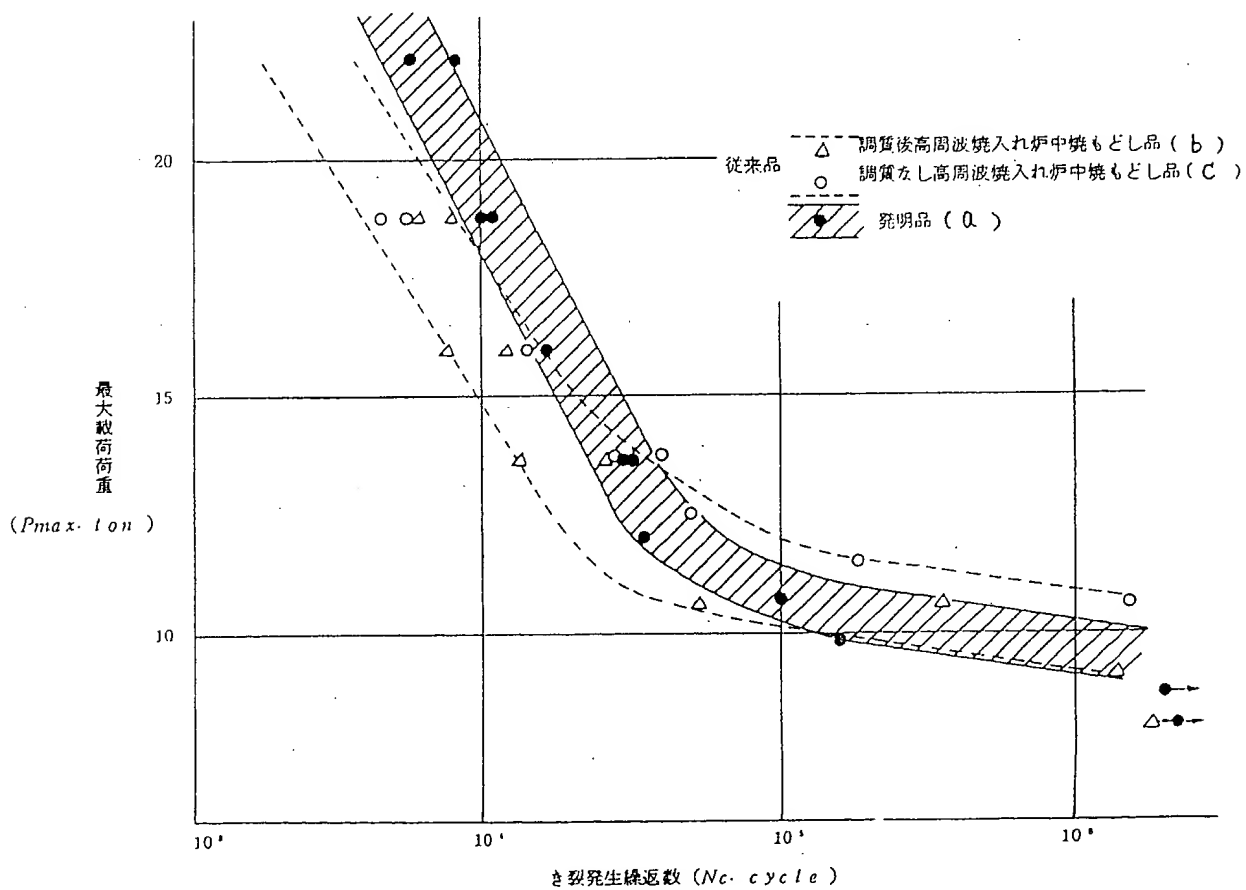
17

18

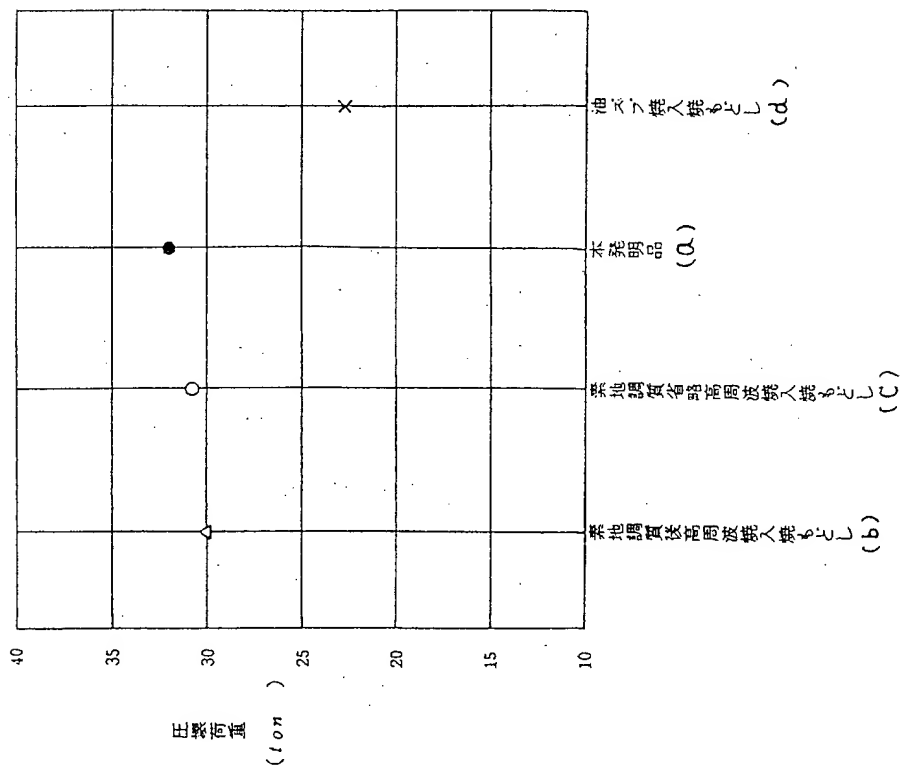
第 1 図



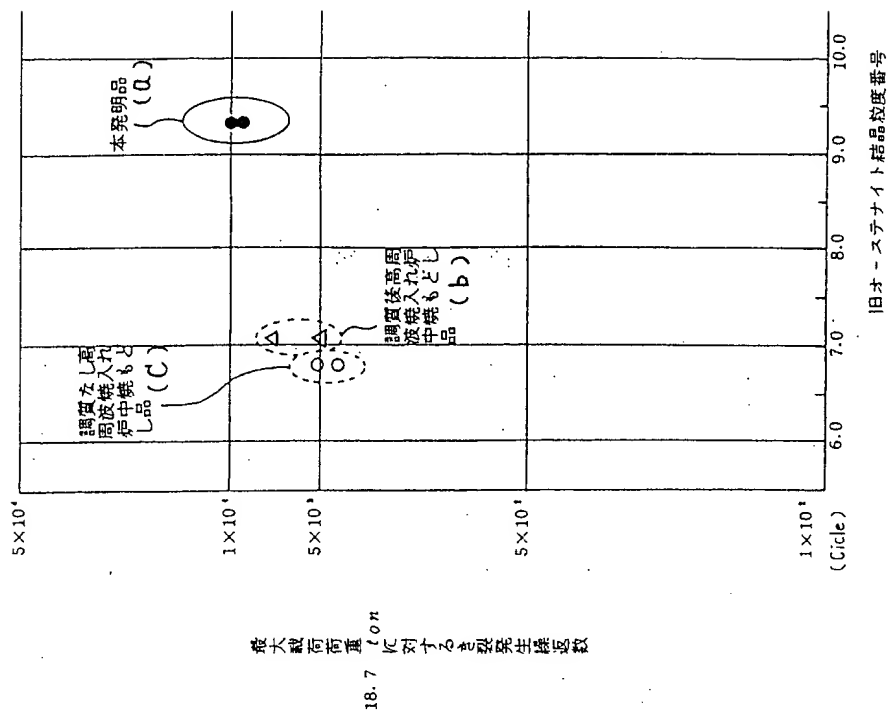
第 2 図



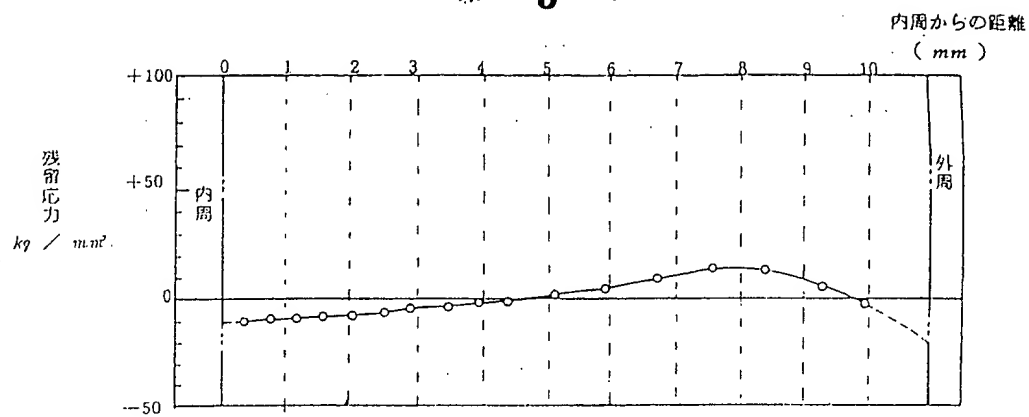
第 3 図



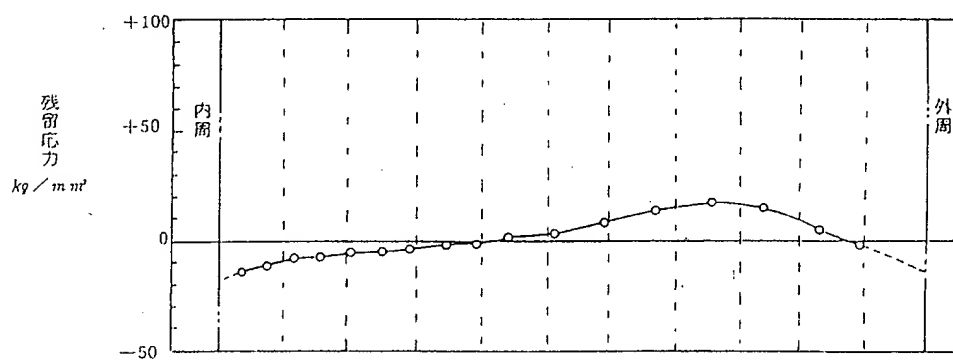
第 4 図



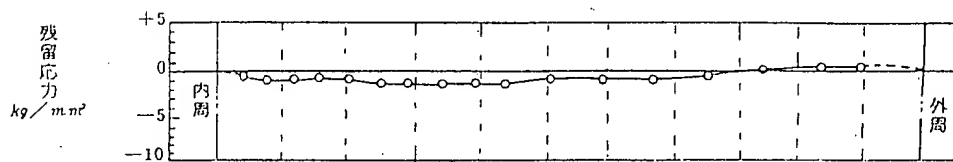
第 5 図



σ_z (軸方向残留応力)

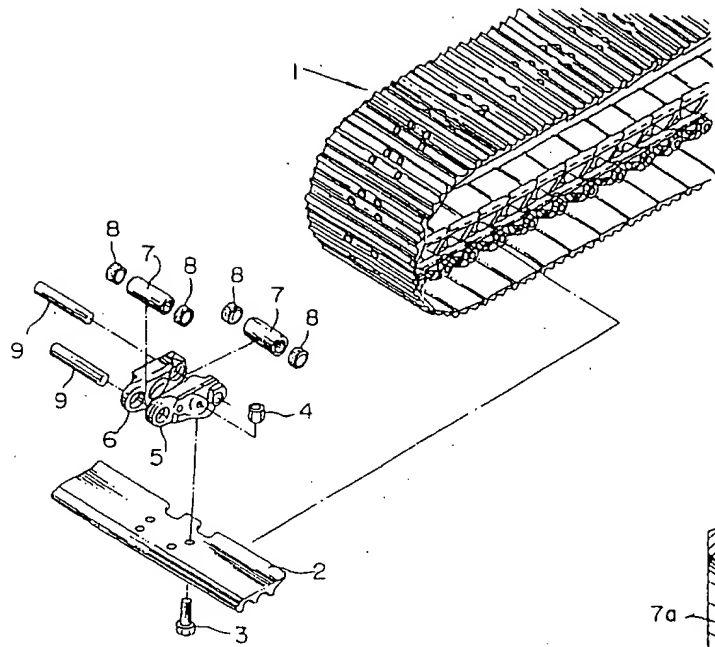


σ_θ (円周方向残留応力)



σ_r (半径方向残留応力)

第 6 図



第 7 図

